

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F28F 3/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03158816.6

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1303394C

[22] 申请日 2003.9.12 [21] 申请号 03158816.6

[30] 优先权

[32] 2002. 9. 13 [33] US [31] 10/243149

[73] 专利权人 气体产品与化学公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72] 发明人 S·森德 P·A·霍顿

V·V·库兹内特索夫

[56] 参考文献

JP 9-155487A 1997.6.17

US 4804041A 1989.2.14

US 5709264A 1998.1.20

US 4296050A 1981.10.20

US 5876638A 1999.3.2

审查员 杨 轶

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 崔幼平

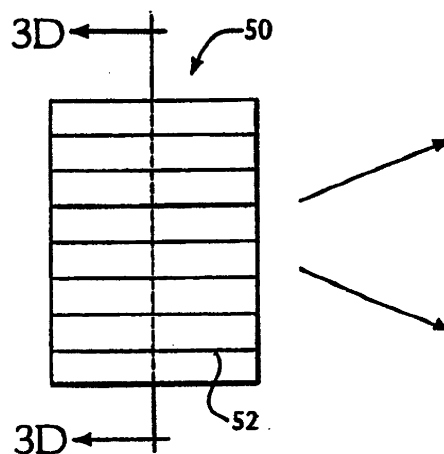
权利要求书 5 页 说明书 13 页 附图 7 页

[54] 发明名称

具有纹理表面的散热片式换热器

[57] 摘要

在一种具有多个设置在相邻分隔片材之间的散热片的散热片式换热器中,至少一个散热片的至少一部分具有纹理表面。纹理表面为槽或波纹形,所述槽或波纹形成在用于散热片式热交换器的散热片材料的表面上。



1. 一种散热片式交换器，包括：

一第一分隔片材；

一与第一分隔片材相邻且大致与其平行的第二分隔片材；

设置在第一分隔片材和第二分隔片材之间的至少一个波纹状散热片，所述散热片具有至少一个表面，其中，在所述表面的至少一部分上采用槽或波纹形式的表面纹理结构，和

其中，表面纹理结构的至少一部分为水平条纹。

2. 一种散热片式交换器，包括：

一第一分隔片材；

一与第一分隔片材相邻且大致与其平行的第二分隔片材；

设置在第一分隔片材和第二分隔片材之间的至少一个波纹状散热片，所述散热片具有至少一个表面，其中，在所述表面的至少一部分上采用槽或波纹形式的表面纹理结构，和

其中，表面纹理结构的至少一部分是以相对于水平位置呈一定角度施加的。

3. 根据权利要求 2 所述的散热片式交换器，其中：所述角度大于 0° 且小于大约 75° 。

4. 根据权利要求 2 所述的散热片式交换器，其中：所述角度大于 0° 且小于大约 50° 。

5. 一种散热片式热交换器，包括：

一第一分隔片材；

一与第一分隔片材相邻且大致与其平行的第二分隔片材；

设置在第一分隔片材和第二分隔片材之间的至少一个波纹状散热片，所述散热片具有至少一个表面，其中，在所述表面的至少一部分上采用槽或波纹形式的表面纹理结构，和

其中，表面纹理结构的至少一部分是以交叉方式施加的。

6. 一种散热片式交换器, 包括:

一第一分隔片材;

一与第一分隔片材相邻且大致与其平行的第二分隔片材;

设置在第一分隔片材和第二分隔片材之间的至少一个波纹状散热片, 所述散热片具有至少一个表面, 其中, 在所述表面的至少一部分上采用槽或波纹形式的表面纹理结构, 和

其中, 表面纹理结构呈波纹长度范围为大约 0.5mm~大约 5mm 的槽形。

7. 一种散热片式交换器, 包括:

一第一分隔片材;

一与第一分隔片材相邻且大致与其平行的第二分隔片材;

设置在第一分隔片材和第二分隔片材之间的至少一个波纹状散热片, 所述散热片具有至少一个表面, 其中, 在所述表面的至少一部分上采用槽或波纹形式的表面纹理结构, 和

其中, 表面纹理结构呈波纹长度范围为大约 1mm~大约 3mm 的槽形。

8. 一种散热片式交换器, 包括:

一第一分隔片材;

一与第一分隔片材相邻且大致与其平行的第二分隔片材;

设置在第一分隔片材和第二分隔片材之间的至少一个波纹状散热片, 所述散热片具有至少一个表面, 其中, 在所述表面的至少一部分上采用槽或波纹形式的表面纹理结构, 和

其中, 表面纹理结构呈幅度为大约 0.05mm~大约 0.75mm 的槽形。

9. 一种散热片式交换器, 包括:

一第一分隔片材;

一与第一分隔片材相邻且大致与其平行的第二分隔片材;

设置在第一分隔片材和第二分隔片材之间的至少一个波纹状散

热片，所述散热片具有至少一个表面，其中，在所述表面的至少一部分上采用槽或波纹形式的表面纹理结构，和

其中，表面纹理结构呈幅度为大约 0.15mm~大约 0.50mm 的槽形。

10. 根据权利要求 6 所述的散热片式交换器，其中：所述槽位于相对于水平位置具有一定角度之处，所述角度大于 0° 但小于大约 75° 。

11. 根据权利要求 8 所述的散热片式交换器，其中：所述槽位于相对于水平位置具有一定角度之处，所述角度大于 0° 但小于大约 75° 。

12. 一种散热片式交换器，包括：

一第一分隔片材；

一与第一分隔片材相邻且大致与其平行的第二分隔片材；

设置在第一分隔片材和第二分隔片材之间的至少一个波纹状散热片，所述散热片具有至少一个表面，其中，在所述表面的至少一部分上采用槽或波纹形式的表面纹理结构，和

其中，表面纹理结构呈范围为大约 0.5mm~大约 5mm 的波纹长度以及范围为大约 0.5mm~大约 0.75mm 的幅度的槽形。

13. 根据权利要求 12 所述的散热片式交换器，其中：所述槽位于相对于水平位置具有一定角度之处，所述角度大于 0° 但小于大约 75° 。

14. 一种下流式再沸器，其具有一个大致平行六面体的主体，该六面体由一个组件形成，该组件具有大致平行竖直延伸的通道，这些通道适于接收导入第一组通道内的第一流体以及导入第二组通道内的第二流体，在第二组通道中的通道在位置上与在第一组通道中的通道交错，第一组通道具有多个设置在相邻分隔片材之间的散热片，这些散热片包括用于第一流体的流体分配的困难路径散热片以及位于困难路径下游的容易路径散热片，热传递散热片通过逐渐

减小表面面积而形成一个或多个热传递区段，在第一热传递区段中的至少一个热传递散热片具有至少一个表面，其改进之处包括：在所述至少一个表面上采用槽或波纹形式的表面纹理结构。

15. 一种下流式再沸器，其具有一个大致平行六面体的主体，该六面体由一个组件形成，该组件具有大致平行竖直延伸的通道，这些通道适于接收导入第一组通道内的第一流体以及导入第二组通道内的第二流体，在第二组通道中的通道在位置上与在第一组通道中的通道交错，第二组通道具有多个设置在相邻分隔片材之间的散热片，这些散热片包括用于使第二流体均匀流入和流出第二组通道的输入和输出分配散热片以及在输入和输出分配散热片之间形成至少一个热传递区段的热传递散热片，在至少一个热传递区段中的至少一个热传递散热片具有至少一个表面，其改进之处包括：在所述至少一个表面上采用槽或波纹形式的表面纹理结构。

16. 根据权利要求 14 所述的下流式再沸器，其安装在吹离设备的机身中，其中，以平行于第二组通道中含有氮和/或含有氩的液流的流动方式，使液态含氧液流通过第一组通道。

17. 根据权利要求 15 所述的下流式再沸器，其安装在吹离设备的机身中，其中，以平行于第二组通道中含有氮和/或含有氩的液流的流动方式，使液态含氧液流通过第一组通道。

18. 一种供分馏器使用的散热片式热交换器，其包括一个大致平行六面体的主体，该六面体包括一个组件，该组件具有多个大致平行的分隔片材和多个设置在相邻分隔片材之间的波纹状散热片，所述散热片中的至少一个散热片设置在相邻分隔片材之间并且具有槽或波纹形式的纹理表面。

19. 一种用于组装散热片式热交换器的方法，其包括以下步骤：
提供两个大致平行的分隔片材以及一个细长的片材，
在所述细长片材上形成槽形的表面纹理结构；
使细长片材形成波纹状以形成一在其上具有表面纹理结构的散

热片；以及

在分隔片材之间，在细长片材上设置具有表面纹理结构的散热片，

其中，所述表面纹理结构的至少一部分采用至少一个槽的形式，所述槽的波纹长度范围为大约 0.5mm~大约 5mm，幅度为大约 0.05mm~大约 0.75mm，至少一个槽位于相对于水平位置具有一定角度之处，所述角度大于 0° 但小于大约 75° 。

具有纹理表面的散热片式换热器

发明背景

本发明涉及一种带有纹理表面的散热片式换热器以及组装所述散热片式换热器的方法。根据本发明的具有带有纹理表面的散热片的散热片式换热器特别适用于如吹离这样的低温工艺，但是这些散热片式热交换器也可用于其它的热量和/或质量传递工艺。

散热片式换热器通常用于工业液流之间的热交换，以便加热、冷却、蒸发或冷凝液流。在这种情况下，这些换热器更特别地被称作散热片式热交换器。在这些热交换器中的工艺条件可包括单相或双相热传递，其中，液体流以通常向上的方向或以通常向下的方向流动（但是，也可以沿其它方向流动）。但是在某些情况下，工业液流包括一些组份的混合物，因此除了热传递以外，还可进行质量传递分离。在后面的情况下，在液流通道和热量/质量交换器内的沿逆流方向的蒸汽和液体流动可被称作一种分馏器。

由现有技术可知存在几种用以增强热换热器性能的方式。例如，参见 D. A. Reay, "Heat transfer enhancement-review of techniques and their possible impact on energy efficiency in the UK," Heat Recovery System & CHP vol. 11, No. 1, p. 1-40, 1991。在现有技术中已知的一些技术包括：

- 可对一些换热器的表面实施粗糙化处理，以通过在边界层促进紊流性来改善单相流动中的热传递特性；
- 可以利用特殊的涂层对一些换热器的表面进行处理，或者在几何结构上对这些热交换器进行改进，以形成能够在泡核沸腾中提高性能的凹腔；
- 可以在几何结构上对一些换热器的表面进行处理或改进，以便可借助通过促进点滴冷凝或有助于冷凝物的排放而改善性能的液体来改变湿润性；以及

• 虽然以上技术用于散热片式热交换器，但是通过利用相对于平面散热片能增强紊流性的多孔、锯齿状或波纹状散热片，能够非常容易地改善它们的性能。

但是，如本领域技术人员认识到的那样，每一种现有技术均局限于一种或几种方式。例如，可获得的改进可能局限于单流用途，小范围的流动和操作条件，或单一模式，如冷凝。

在美国专利 NO. 4, 434, 842 (Gregory) 中披露了改进散热片式热交换器表面的一个例子。在这种热交换器中，在沸腾区中的散热片由至少两个层制成，并且外层中的至少一个在其中具有多个孔。散热片的波纹状片层彼此靠紧，以便在片材之间形成泡的成核作用，并且通过片层中的孔释放泡。

虽然申请人并不了解某些现有技术的热交换器，在这些热交换器中，散热片具有呈槽或波纹(如本发明所用的)形状的表面纹理结构，但是这类表面纹理结构已被用于其它类型的热交换器(如，管壳式热交换器)，以产生或增强紊流性并且改善热传递。例如，参见美国专利 Nos. 4, 434, 842; 6, 012, 514 以及 5, 966, 809。但是，除了这些专利不适用于散热片式热交换器以外，这些专利所给出的启示与本发明的技术内容并不相关。

在使用了结构填料的接触法的技术领域中，众所周知呈波纹或槽形的表面纹理结构能够提高质量传递效率，如美国专利 No. 4, 296, 050 所给出的技术启示。另外，参见美国专利 Nos. 5, 730, 000 以及 5, 876, 638。这些专利给出的启示为：使用双向表面纹理结构，所述表面纹理结构呈适用于填装件的波纹板表面上的盖板的细槽形，以便所述纹理在某些区域中是水平的，而在另一些区域中是竖直的。但是这种改进是建立在特定操作模式的经验上，即克服沿与液流相反的方向向上流动的蒸汽，进行质量传递的向下流动的液体膜。与其相比，本发明具有更广的范围。另外，即使对于通常类似的操作方式而言，在散热片式交换器内的总体几何结构以及流动特性与结构填料中的总体几何结构以及流动特性也有很大的不同。

希望提高散热片式交换器的效率并改善其性能。

还希望改善散热片式交换器的通道内的向下流动的汽-液流的湿

润特性，以提高热传递效率。

还希望改善散热片式交换器的通道内的向上流动的汽-液流的湿润特性，以提高热传递效率。

还希望改善散热片式交换器的通道内单相液流的紊流特性，以提高热传递效率。

还希望改善逆流分馏器的流动通道内的紊流特性，以便与在相似操作条件下使用的传统散热片式交换器相比，能够提高质量传递效率。

还希望改善散热片式交换器的通道内的向下流动的汽-液流的湿润特性，以便使析出任何溶解的组份的趋势降至最小。

还希望提供这样一种散热片式交换器或分馏器，其能显示出低温应用(如用于吹离)以及其它热量和/或质量传递应用的高性能特性。

还希望提供一种散热片式交换器，其能克服现有技术中的许多困难和缺点，以提供更好、更理想的结果。

还希望提供一种更有效的吹离工艺，其利用了与现有技术相比、结构更紧凑和/或更有效的散热片式交换器或下流式再沸器。

还希望提供一种散热片式交换器的设计，其能使下流式再沸器(downflow reboiler)的尺寸，重量和/或成本降至最低，从而以所制造的每单位量的产品计算，使空气分离工艺更有效和/或成本更低。

还希望提供一种用于组装散热片式交换器或下流式再沸器的方法，其使用了与现有技术相比，能提供更良好性能的表面纹理结构，并且还能克服现有技术中的许多困难和缺点，以提供更好、更理想的效果。

发明概述

本发明涉及一种具有纹理表面的散热片式交换器。本发明还提供了一种用于组装散热片式交换器的方法，以及一种用于改善散热片式交换器特性的方法。用以获得“表面纹理结构”的在本发明中使用的“纹理表面”的形式可采用形成在或施用于散热片式交换器中使用的散热片材料表面上的槽或波纹。

本发明的第一实施例涉及一种散热片式交换器，其具有多个设置在相邻分隔片材之间的散热片，所述散热片中的至少一个的至少一部分具有纹理表面。

本发明的第二实施例涉及一种散热片式换热器，其包括一个组件，该组件具有多个基本上平行的分隔片材和多个设置在相邻分隔片材之间的波纹状散热片，所述散热片中的每一散热片均具有至少一个表面，其中，使至少一个散热片中的所述至少一个表面的至少一部分形成纹理结构。

第三实施例涉及一种散热片式换热器，其包括一第一分隔片材和与第一分隔片材相邻且大致与其平行的第二分隔片材。至少一块波纹状散热片设置在第一分隔片材和第二分隔片材之间，所述散热片具有至少一个表面，其中，在所述表面的至少一部分上采用表面纹理结构。

散热片式换热器的第三实施例存在几种变形。在一种变形中，表面纹理结构的至少一部分为水平条纹。在另一种变形中，表面纹理结构的至少一部分是以相对于水平位置呈一定角度施加的。在该变形的变形中，所述角度大于 0° 且小于大约 75° 。在另一种变形中，所述角度大于 0° 且小于大约 50° 。

在另一种变形中，表面纹理结构的至少一部分是以交叉方式施加的。在另一种变形中，表面纹理结构呈波纹长度范围为大约 0.5mm ~大约 5mm 的槽形。在该变形的变形中，所述槽位于相对于水平位置具有一定角度之处，所述角度大于 0° 但小于大约 75° 。

在另一种变形中，表面纹理结构呈槽形，该槽具有范围为大约 1mm ~大约 3mm 的波纹长度。在另一种变形中，表面纹理结构呈槽形，该槽具有范围为大约 0.05mm ~大约 0.75mm 的幅度。在该变形的变形中，所述槽位于相对于水平位置具有一定角度之处，所述角度大于 0° 但小于大约 75° 。

在另一种变形中，表面纹理结构呈槽形，该槽具有范围为大约 0.05mm ~大约 0.75mm 的幅度。在该变形的变形中，所述槽位于相对于水平位置具有一定角度之处，所述角度大于 0° 但小于大约 75° 。

在另一种变形中，表面纹理结构呈幅度为大约 0.15mm ~大约 0.50mm 的槽形。在另一种变形中，表面纹理结构呈槽形，该槽具有范围为大约 0.5mm ~大约 5mm 的波纹长度以及范围为大约 0.05mm ~大约 0.75mm 的幅度。在该变形的变形中，所述槽位于相对于水平位置具有一定角度之处，所述角度大于 0° 但小于大约 75° 。

本发明的另一个方面涉及一种低温吹离装置，其具有上述任意实施例或这些实施例的变形中所述的散热片式换热器。

本发明的第四实施例涉及对一种散热片式换热器的改进，该换热器具有至少一个设置在相邻分隔片材之间的波纹状散热片。其改进之处在于在至少一个表面的至少一部分上采用表面纹理结构。

本发明的第五实施例涉及一种用于多股液流的间接热交换的散热片式热交换器，其具有适于输送第一液流的第一组通道，所述第一液流在所述第一组通道的至少一部分中为双相，所述第一组通道中的所述部分通道具有多个设置在其中的散热片，所述散热片中的至少一个散热片设置在相邻的分隔片材之间，并且具有纹理表面。

本发明的第六实施例涉及一种供再沸器或冷凝器使用的散热片式热交换器，其包括一平行六面体，该六面体包括一个组件，该组件具有多个基本上平行的分隔片材和多个设置在相邻分隔片材之间的波纹状散热片，所述散热片中的至少一个散热片设置在相邻的分隔片材之间且具有一个纹理表面。

本发明的第七实施例涉及一种下流式再沸器，其具有一个大致平行六面体的主体，该六面体由一个组件形成，该组件具有大致平行竖直延伸的通道，这些通道适于接收导入第一组通道内的第一流体以及导入第二组通道内的第二流体，在第二组通道中的通道在位置上与在第一组通道中的通道交错，第一组通道具有多个设置在相邻分隔片材之间的散热片，这些散热片包括用于第一流体的流体分配的困难路径散热片以及位于困难路径下游的容易路径散热片，热传递散热片通过逐渐减小表面面积而形成一个或多个热传递区段，在第一热传递区段中的至少一个热传递散热片具有至少一个表面，其改进之处包括：在至少一个表面上采用表面纹理结构。

本发明的另一方面涉及第七实施例的下流式再沸器，其安装在吹离设备的机身中，其中，以平行于第二组通道中含有氮和/或含有氩的液流的流动方式，使液态含氧液流通过第一组通道。

本发明的第八实施例涉及一种下流式再沸器，其具有一个大致平行六面体的主体，该六面体由一个组件形成，该组件具有大致平行竖直延伸的通道，这些通道适于接收导入第一组通道内的第一流体以及导入第

二组通道内的第二流体，在第二组通道中的通道在位置上与在第一组通道中的通道交错，第二组通道具有多个设置在相邻分隔片材之间的散热片，这些散热片包括用于使第二流体均匀流入和流出第二组通道的输入和输出分配散热片以及在输入和输出分配散热片之间形成至少一个热传递区段的热传递散热片，在至少一个热传递区段中的至少一个热传递散热片具有至少一个表面，其改进之处包括：在至少一个表面上采用表面纹理结构。

本发明的另一方面涉及第八实施例的下流式再沸器，其安装在吹离设备的机身中，其中，以平行于第二组通道中含有氮和/或含有氩的液流的流动方式，使液态含氧液流通过第一组通道。

本发明的第九实施例涉及一种供分馏器使用的散热片式热交换器，其包括一个大致平行六面体的主体，该六面体包括一个组件，该组件具有多个大致平行的分隔片材和多个设置在相邻分隔片材之间的波纹状散热片，所述散热片中的至少一个散热片设置在相邻分隔片材之间并且具有纹理表面。

本发明还包括一种用于组装散热片式热交换器的方法。该方法包括多个步骤。第一步骤为提供两个大致平行的分隔片材以及一个细长的片材。第二步骤为在所述细长片材上形成表面纹理结构。第三步骤为使细长片材形成波纹状以形成一在其上具有表面纹理结构的散热片。第四步骤为在分隔片材之间，在其上设置具有表面纹理结构的散热片。

在用于组装散热片式热交换器的方法的变形中，所述表面纹理结构的至少一部分采用至少一个槽的形式，所述槽的波纹长度范围为大约0.5mm~大约5mm，幅度为大约0.05mm~大约0.75mm，至少一个槽位于相对于水平位置具有一定角度之处，所述角度大于0°但小于大约75°。

本发明还包括一种用于改善散热片式交换器性能的方法，该散热片式交换器在相邻的分隔片材之间具有至少一个散热片，该方法包括在至少一个散热片的至少一部分上采用表面纹理结构。

附图的简要说明

下面，参照附图，通过实施例说明本发明，其中：

图1A为一种传统散热片式交换器的基本部件或组件的分解透视图；

图 1B 为本发明的散热片式交换器的基本部件或组件的分解透视图，该散热片式交换器具有带有纹理表面的散热片；

图 2A—2D 说明了通常用于散热片式交换器的四种散热片；

图 3A 为示意图，其说明了根据本发明的具有水平条纹的纹理表面；

图 3B 为显示另一种表面纹理结构的示意图，该表面纹理结构使用了与水平面呈角(α)的条纹；

图 3C 显示另一种表面纹理结构的示意图，该表面纹理结构使用了以交叉方式施加的条纹；

图 3D 为示意图，其说明了沿线 3D—3D 所示的图 3A 中纹理表面的剖面图；

图 4 为示意图，其说明了由水平层叠的散热片通道制成的试件；

图 5 为根据热传递系数与单相热传递的泵送能量的关系曲线，说明与平面和多孔现有技术的散热片相比，本发明的纹理散热片的性能的图表；

图 6 为示意图，表示一种用于确定现有技术的散热片和根据本发明的具有纹理表面的散热片的性能的测试；

图 7—图 14 为示意图，其根据在以上每个图表所强调的条件下，蒸汽量与热传递系数的关系曲线，说明了与现有技术的散热片的性能相比，根据本发明的具有纹理表面的散热片的性能。

本发明的详细说明

为了提高热量和质量的传递，本发明在散热片式交换器中使用了纹理表面。特别是，用以获得表面纹理结构的本发明所用的所述“纹理表面”的形式可采用形成在或施用于散热片式交换器的散热片材料表面上的槽或波纹。

纹理表面可适用于平面、多孔、波纹形、锯齿形或其它类型的散热片。通过在加设肋之前在金属坯料上压出槽或波纹，能够非常容易地形成纹理结构。所述波纹可以是水平的，以一个方向倾斜或以不同方向倾斜，其中包括呈交叉结构的设置。带纹理的散热片式热交换器可用于在各种工作条件下(包括加热、冷却、沸腾、蒸发或冷凝)以及流动条件下(包括单相、双相、向上流动或向下流动)处理液流。本发明还可用于处

理除热量传递以外、通过质量传递进行分离的液流。

本领域技术人员不会预想到以多种方式的~~操作~~提高热量和/或质量传递效率的简单增强型技术。因此，本发明所实现的令人惊讶和预想不到的结果在于：对散热片材料加设表面纹理结构确实能够以多种方式的~~操作~~提高热量和/或质量传递效率，如上所述。

参见图 1，一种传统的散热片式换热器包括多条通道，其中的每一条通道均由设置在隔片(40, 42)和端棒(24A, 24B)之间的散热片材料 28 制成。如图 2A, 2B, 2C 和 2D 所示，最常见的散热片类型为平面式，多孔式、锯齿形和波纹形。

如图 1B 所示，代替传统的散热片，本发明使用了具有纹理表面 50 的散热片。图 3A, 3B, 3C 和 3D 显示了可使用的几种纹理表面 50 的实施例。虽然由槽或波纹形成的条纹最好呈通常是均匀一致的直线状(在使片材起皱之前)的直线，但是本领域技术人员应认识到所述条纹不一定必须是直线。例如，每一条条纹可以是弧形、锯齿形或某些其它形状。另外，虽然在图 3A, 3B 和 3C 中的线 52 是不间断的并且大致平行，以便形成均匀的图案，但本领域技术人员应认识到槽或波纹的线条可以是间断的并且可以形成其它的图案，即均匀和不均匀的图案。

虽然不希望局限于任何特殊的制造方法，但是最好仅在使金属形成散热片形状之前，通过如加压这样的操作，在扁平金属片材坯料上形成表面纹理结构。例如，为了在对多孔散热片施加本发明的表面纹理结构，可采用以下工序：

- 对一扁平金属片材坯料冲孔；
- 通过如加压这样的操作施加表面纹理结构；
- 在加工中不损坏表面纹理结构的情况下，形成多孔散热片(其可要求使用特殊工具)；以及
- 将散热片焊接至一散热片式换热器内。

如本领域技术人员能认识到的那样，用以使本发明应用于其它类型的散热片(即，除多孔散热片以外)的工艺虽然要求相似的步骤，但是操作的确切顺序可以不同。

在图 3A, 3B 和 3C 中所示的表面纹理结构可由槽或波纹 52 构成，这些槽或波纹在剖面图中为近似正弦形，如图 3D 所示。本领域技术人

员应认识到：其它可以采用的形状包括但是不局限于波形形状，急剧变化的波形或矩形波纹。

申请人已确定以下的尺寸范围是最佳的：

一波形长度 A(如图 3D 所示)的范围优选为大约 0.5mm~大约 5mm，最理想的范围为大约 1mm~大约 3mm；以及

一当仅在片材的一侧观察时，峰一峰间隔幅度 h(如图 3D 所示)的范围优选为大约 0.05mm~大约 0.75mm，最理想的范围为大约 0.15mm~大约 0.50mm。该尺寸(h)的选择可以由相邻散热片之间的实际间隔和/或金属的厚度(t) (如图 3D 所示)限定。相邻散热片之间非常紧密的间距，较大的金属厚度或者这两者将会限制可使用的槽或波纹的深度。

就倾斜的纹理结构(图 3B)以及交叉的纹理结构(图 3C)而言；波纹相对于水平面的角度 α 的范围优选为大约 0 度~大约 75 度，最好为大约 0 度~大约 50 度。虽然图 3C 显示了在图表两侧具有相等的角($\alpha = \alpha$)，但是本领域技术人员应认识到：所述角不必一定相等(即，在一侧的角为可以为 α ，而在另一侧的另一个角为可大于或小于 α)。

虽然现有技术给出的关于增大表面的启示将会产生适用于不同流动条件和几何结构的不同方案，但申请人惊讶地发现呈波纹或槽形式的表面纹理结构在所有的工作模式(包括单相或双相、向上流动或向下流动，加热或冷却、以及蒸发或冷凝)中均可以增强散热片式交换器的性能。这一出乎预料的结果对于本领域其它技术人员来说也是令人惊讶的。

由于通过在散热片材料上使用表面纹理结构，可以使本发明的散热片式换热器与传统的散热片式换热器相比结构更为紧凑，因此本发明具有显著的价值。这对于如吹离设备这样的设备的资金以及运行成本而言是有利的。本发明还可以在向下流动中蒸发的液流中降低变脏的程度。在低温吹气分离中，利用能够蒸发含氧液流的下流式再沸器是特别有价值的。

实施例

提供以下讨论的实施例来说明本发明的可能用途。本领域技术人员还可想出其它的实施例。

实施例 1

该实施例说明了根据本发明的技术启示,通过使用表面纹理结构所获得的单相流热传递的增强。在该实施例中的对比是针对通常在散热片式热交换器中使用的多孔散热片和扁平散热片作出的。图 4 为试件的示意图,图 5 显示了性能对比。

如图 4 所示,试件由一组水平的九个散热片通道 60 构成,这些通道宽度大约为 80mm,长度大约为 280mm。所有的试件每英寸均含有 22 个具有大约 1.65mm 相等直径的散热片。该数值是利用已知的公式,即由散热片封闭的体积除以它们中排除穿孔或纹理结构的底部面积所得值的 4 倍获得的。多孔试件具有大约 10% 的开口面积。所有试件的片材厚度 t 为 0.2mm。当使用了表面纹理结构时,根据图 3D 的示意图,该表面纹理结构大致为具有值 h 等于 0.2mm,波形长度 A 等于 1.75mm 的正弦形。两种表面纹理结构的倾斜度由图 5 中符号标出的角度制定。数值 90 表示垂至于散热片方向的表面纹理结构方向,而数值 45 表示相对于散热片倾斜 (45°) 的表面纹理结构方向。

在风道内的测试区段上进行试验。首先,使试件在流动空气下处于稳定工作状态。随后,使急剧变化的阶跃变化达到输入空气 62 的温度,之后,测量输出响应特性 64 作为热能脉冲图像。根据 Locke' s 方法 [Locke, G. L., 1950, Heat Transfer and Flow Friction Characteristic of Porous Solid, Tr. No. 10, Mech. Eng. Dept., Stanford University, Stanford, CA], 以最大输出温度差为基础计算热传递系数。利用倾斜的 U 管压力计测量压降。根据在 Kays, W. M and London, A. L., 1984, Compact Heat Exchangers, 3rd Ed., McGraw-Hill, New York 中的方法,在计算由流动加速引起的进入和排出效果之后,计算摩擦压降。

图 5 显示了热传递系数与泵送能量之间关系的曲线。在该曲线中,较高的曲线相当于优越的性能。可以看到多孔散热片优于平面散热片,如现有技术所熟知的那样。加设倾斜表面纹理结构 (45) 不会改善多孔散热片的性能。但是,在相同的泵送能量的条件下,加设垂直表面纹理结构 (90) 在热传递系数中会产生 30~50% 的提高。(应注意的是:该曲线使用了对数尺度)。这些结果在定性和定量项上对于申请人来均是令人惊讶和预料不到的,并且对于其它本领域技术人员来说也是令人惊讶

和预料不到的。

实施例 2

该实施例说明了根据本发明的技术启示，通过使用表面纹理结构所获得的在不同条件下的双相流热传递的增强。在该实施例中的对比是相对于用于通常用于在散热片式换热器中双相流装置的多孔散热片作出的。

图 6 为所建立的测试的示意图，而图 7~14 显示了性能的对比。在任何情况下，散热片测试通道的取向均是竖直的，并且在使用表面纹理结构时，所述表面纹理结构处于垂直于散热片方向的方向。换句话说，表面纹理结构的方向相对于实验室是水平的，根据图 3A 中的示意图，其对应于 0 度角 α 。

如图 6 所示，每一测试试件 70 均由钎焊在铝盖片材之间的一个散热片通道制成。所述试件在顶部和底部均是打开的，而在侧部是封闭的，以便沿竖直方向容纳液流。每一通道均具有大约 70mm 的宽度以及 280mm 的长度，并且在两侧以夹心状方式固定在高热导率胶，铜板 72，Peltier 接点 74 以及水流通通道 76 之间。利用 Peltier 接点，以便即使对于这种较小试件也能以高精度测量热传递系数的方式确定温度驱动力。

蒸汽/液体的输入流在气-液入口 78 进入，输出流在气-液出口 80 排出。冷却水在冷却水入口 82 进入，在冷却水出口 84 排出。通过压力传感器测量压力。

以不同的方式(这些方式包括在向上流动和向下流动的条件下、以两种不同的质量流量蒸发和冷凝)，利用氟氯烷 21 进行试验。由于试件的尺寸较小，因此，在任意给定的试验中，仅会在质量上产生较小的变化，其表示处于蒸汽相的整个双相混合物的部分。多此重复进行试验，以便绘制出各种各样的影响。

如图 7~14 所示，多孔和带有纹理的散热片试件显示出始终优于多孔散热片试件的性能。在所有的附图中，在所有操作条件下均能看到这一效果。虽然在不同条件下量值是不同的，但是，改进图案为附加表面纹理结构的一般性现象。通常，这种改进范围为大约 10%~大约 50%。

另一有意思的效果仅发生于蒸发中。其是一种被称为无水的现象，

其中：由于热传递表面开始干燥的结果，因此，在非常高的蒸汽量下产生热传递下降。这种现象不会发生在冷凝中。如关于下流蒸发的图 7 和 8 以及关于上流蒸发的图 11 和 12 所示，与多孔散热片相比，多孔以及带有纹理结构的散热片在高蒸汽量的条件下能够保持更好的热传递系数。其表明实施例 2 的表面纹理结构在多孔散热片的湿润特性上会产生有益的效果。

除了改善热传递以外，更好的湿润特性还能提供非常重要的另一益处，即降低变脏的趋势。用于工业吹离设备的再沸冷凝器蒸发出含有氧的气流，与含有氮或含有氩的气流相反。虽然现代的吹离设备具有分子筛吸附床，以在通过低温蒸馏分离之前，从空气中除去大部分杂质，但是滑过吸附床的任何杂质往往会聚集在蒸发的液流中。这些杂质包括惰性杂质(如二氧化碳和一氧化二氮)以及活性杂质(如碳氢化合物)。如果足够的碳氢化合物聚集在含氧通道中，由此产生的变脏可导致效率降低以及形成潜在的危险情况。通过改善散热片式交换器的湿润特性，使用带有纹理结构的散热片能够降低散热片式热交换器的变脏趋势，因此明显地显示出高质量的更好的热传递。

这种较大程度的提高(在实施例 1 中为 30~50%，而在实施例 2 中为 10~50%)同时没有任何折衷是令人惊讶并且出乎预料的。利用纹理表面实现的这些性能结果对于申请人以及本领域其它技术人员来说均是令人惊讶并且出乎预料的。

根据以上的论述、附图以及实施例，本领域技术人员应认识到：与现有技术中给出的散热片式热交换器相比，本发明具有许多益处和优点。下面将对这些益处和优点中的一些作进一步说明。

对于相同的用途而言，与相同的现有技术的装置相比，根据本发明设计而成的热交换器和分馏器更短并且更轻。另外，在吹离工艺中，还会减小含有这种装置的低温箱的体积，从而降低整个成本。

作为可选择的方案，根据本发明设计而成的热交换器和分馏器由于具有更高的效率，因此，在相同资金成本的条件下，能够降低操作成本。

具有上述两种效果的各种最佳组合均是可能的。

本发明还能够降低散热片式热交换器变脏的趋势，从而可能在整个时间范围内改善其总体工作效率。这对于含有在以大致向下方向流动的

同时蒸发的液流的散热片式热交换器是特别适用的。

根据附图以及上面论述的实施例已对本发明中不同的实施例进行了描述。但是，应理解在不脱离由以下权利要求限定的本发明的思想和范围的情况下，可以对那些实施例、附图以及实施例作出改进。

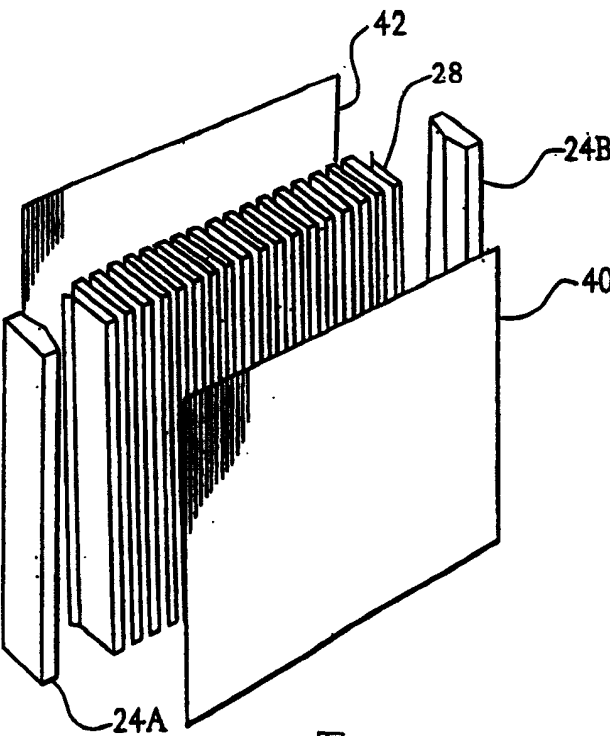


图 1A
(现有技术)

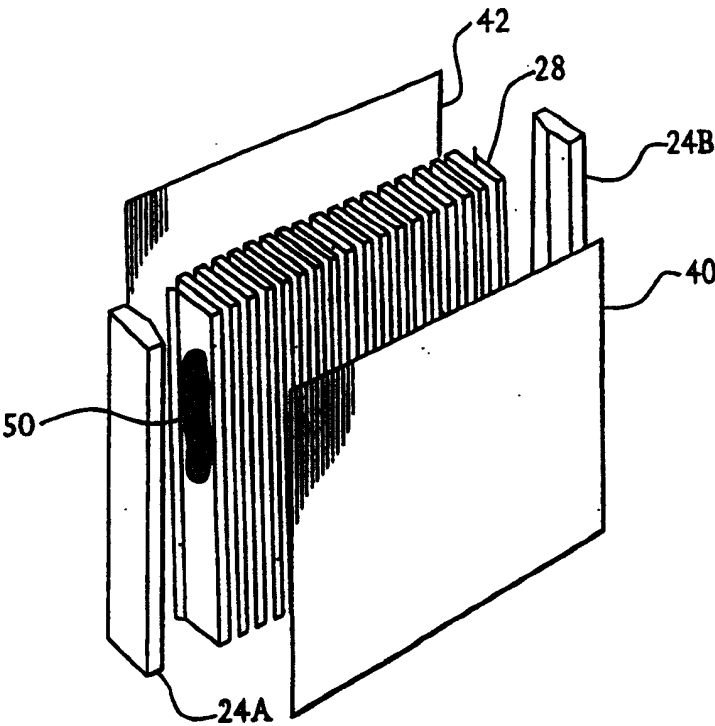


图 1B

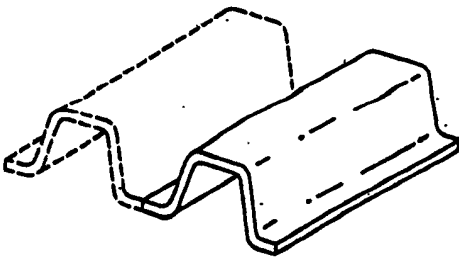


图 2A
(现有技术)

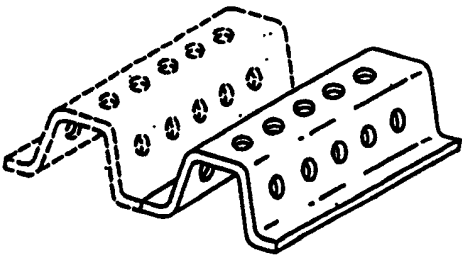


图 2B
(现有技术)

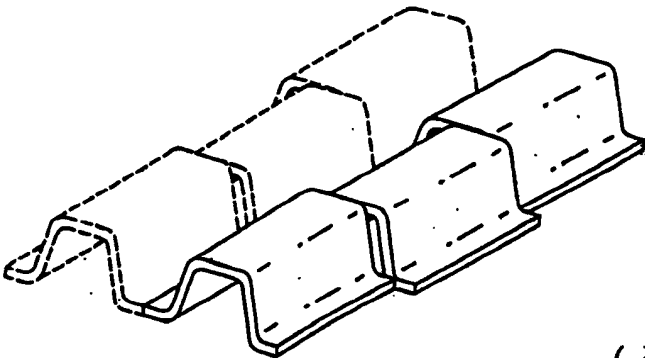


图 2C
(现有技术)

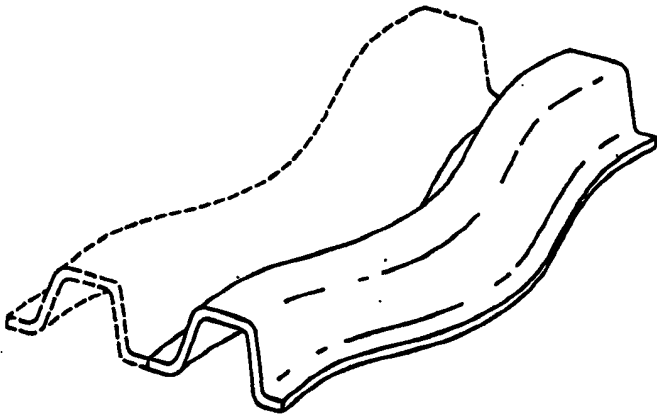


图 2D
(现有技术)

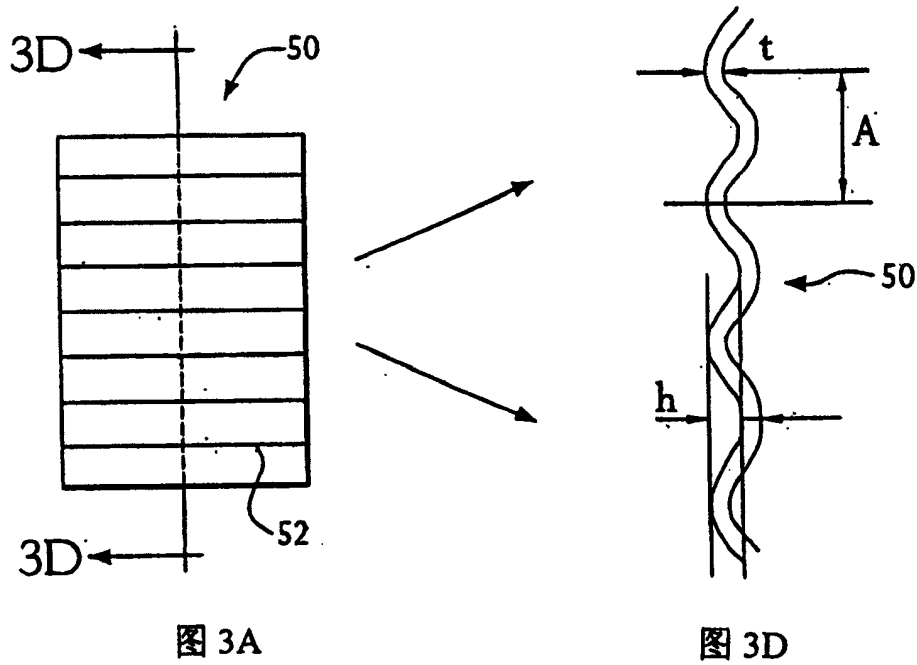


图 3A

图 3D

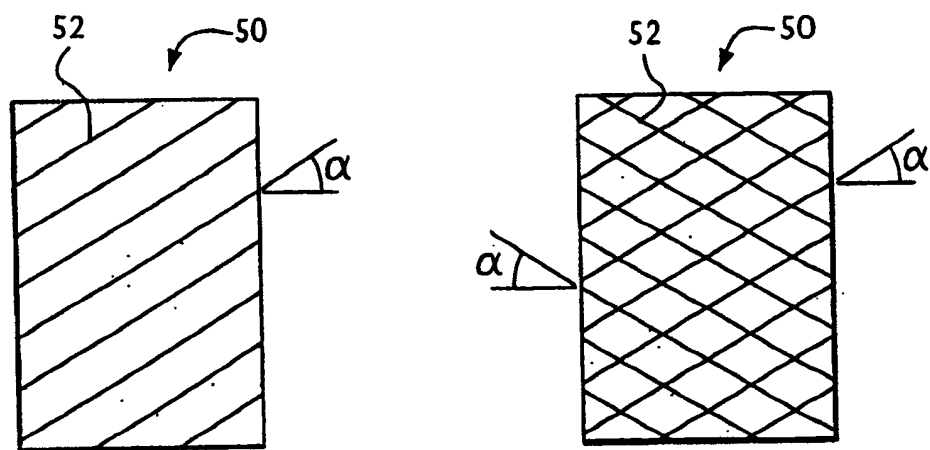


图 3B

图 3C

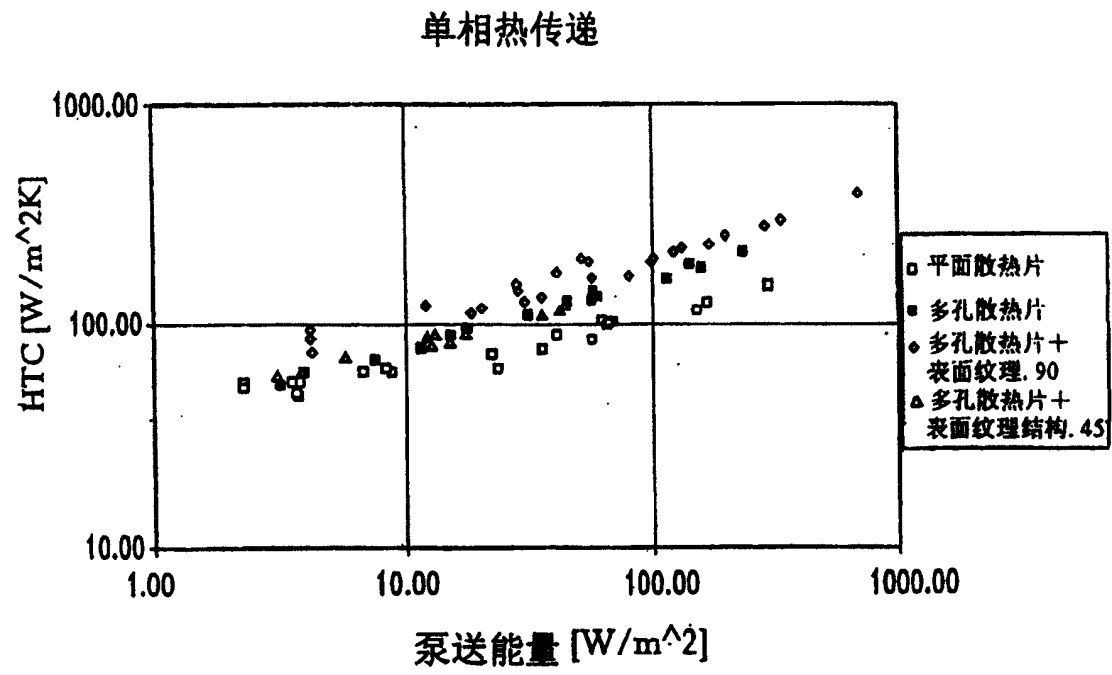
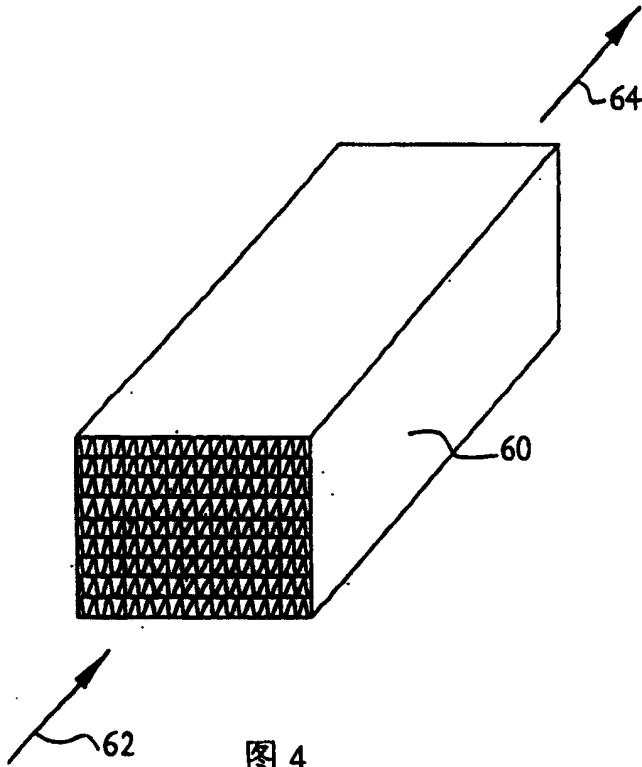


图 5

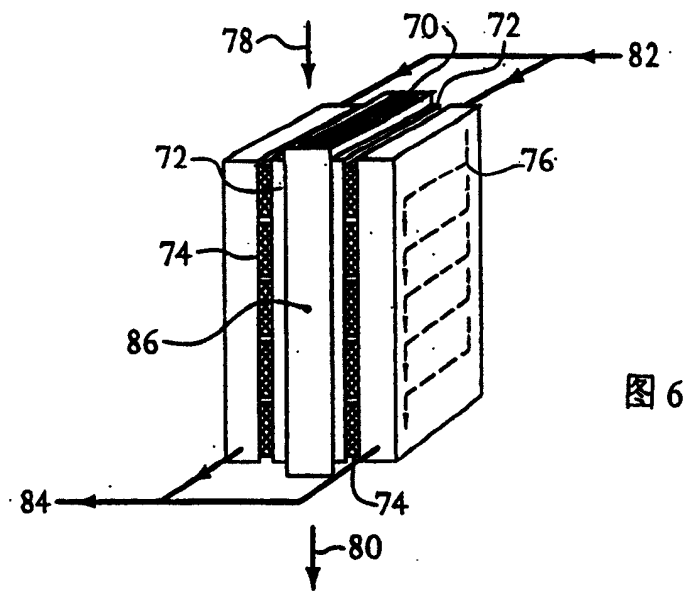


图 6

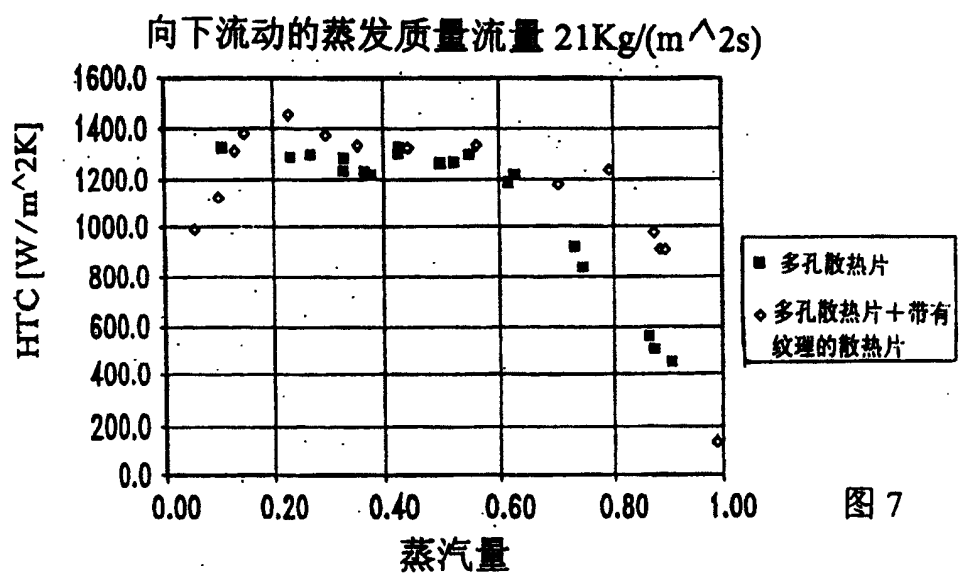


图 7

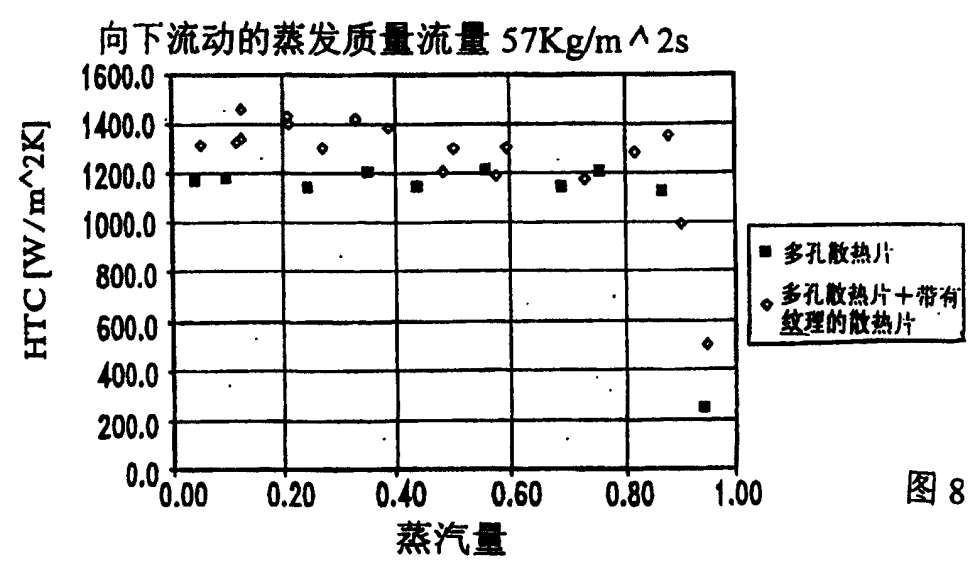


图 8

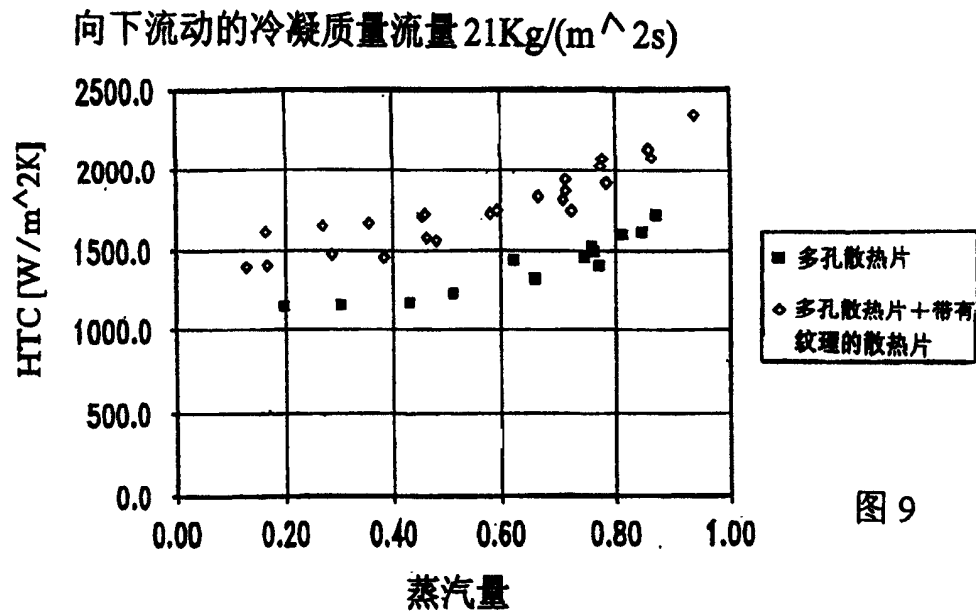


图 9

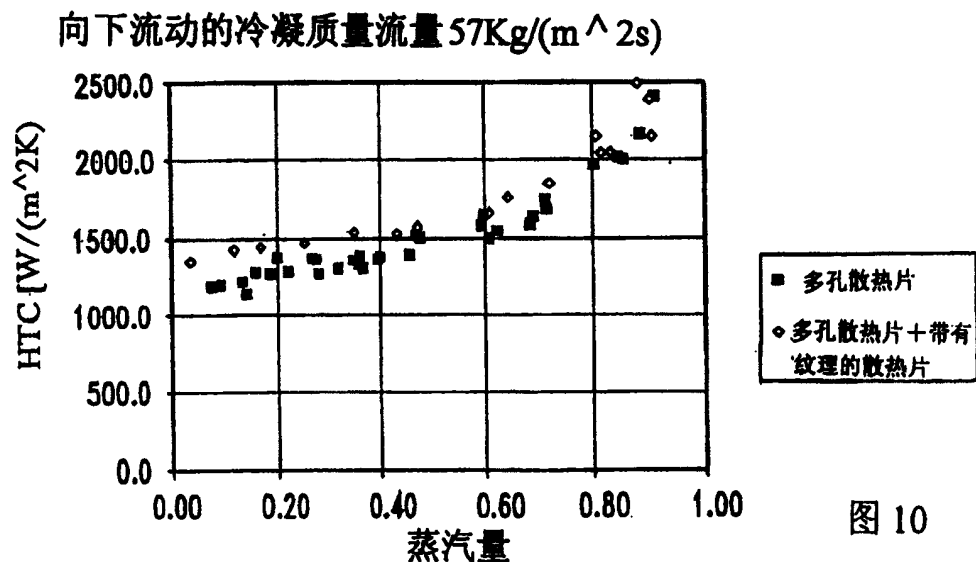


图 10

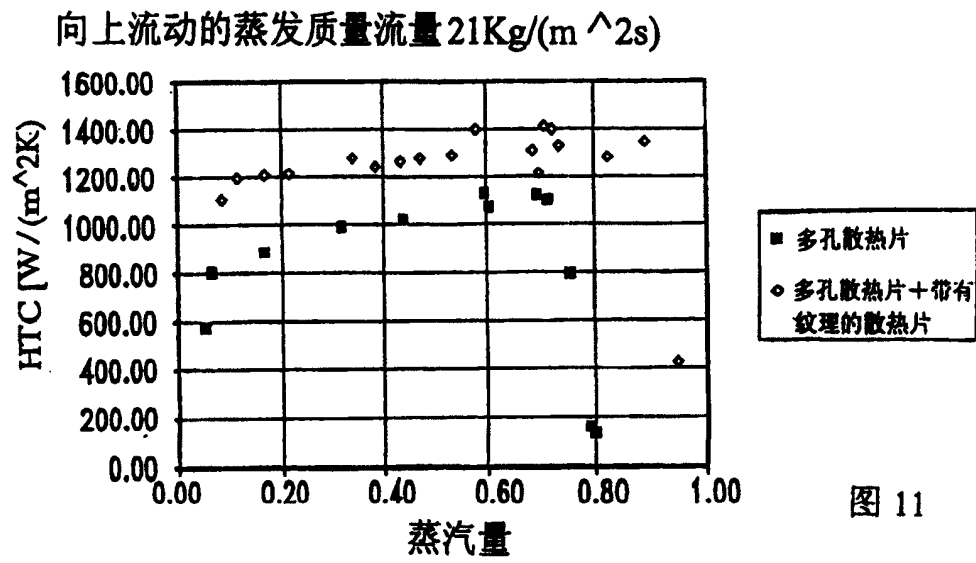


图 11

向上流动的蒸发质量流量 $57\text{Kg}/(\text{m}^2\text{s})$

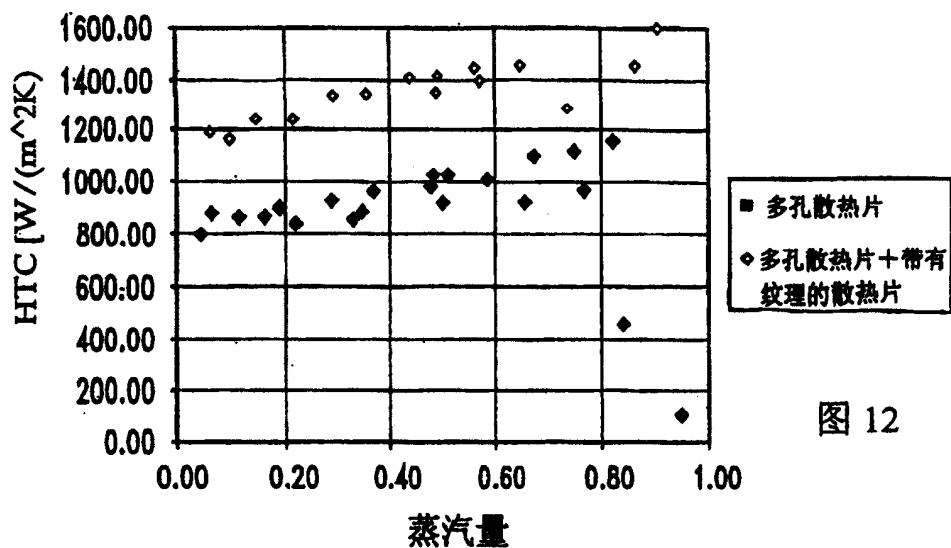


图 12

向上流动的冷凝质量流量 $21\text{Kg}/\text{m}^2\text{s}$

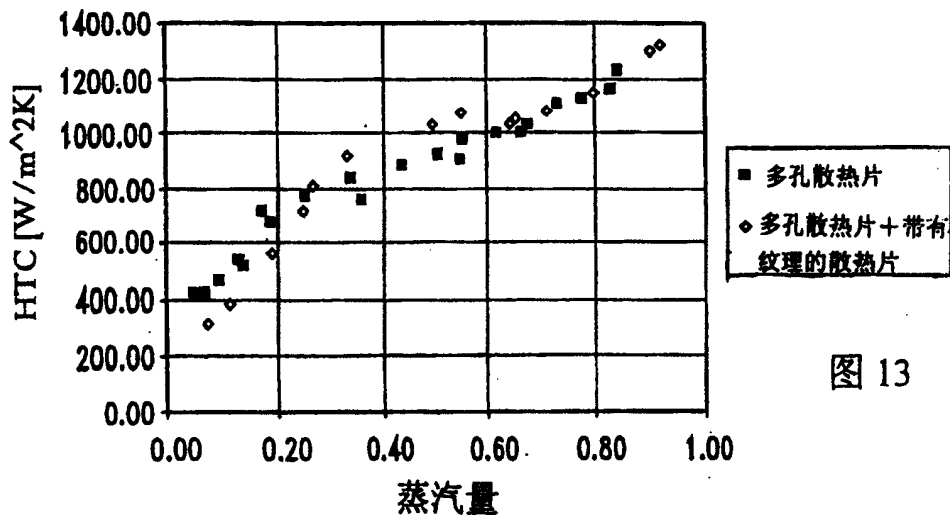


图 13

向下流动的冷凝质量流量 $57\text{Kg}/(\text{m}^2\text{s})$

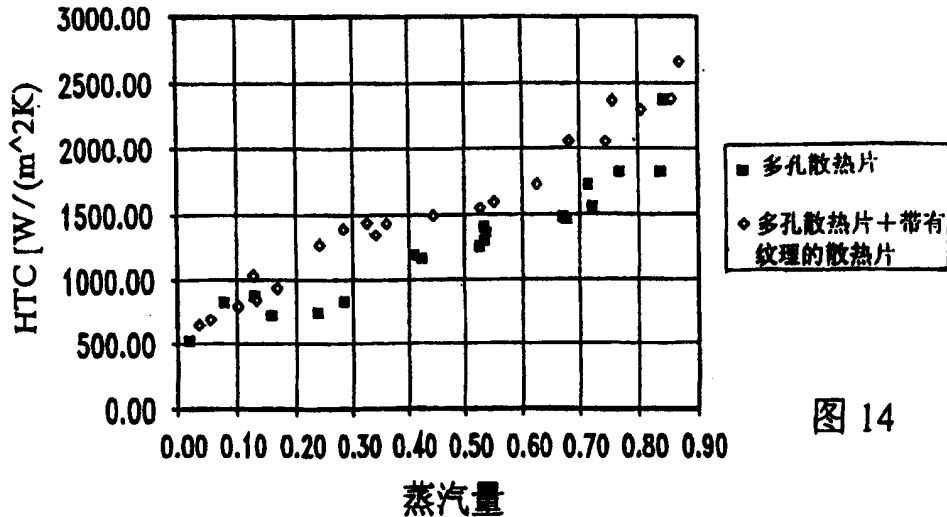


图 14